

# A koronáriabifurkációk percutan kezelési lehetőségei: a simplified highway-technika

Katona András, Ungi Imre, Sasi Viktor, Thury Attila

Szegedi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar, Szeged

Levelezési cím:

Dr. Katona András, e-mail: kabandi81@gmail.com

**Bevezetés:** Percutan koronáriaintervenciót (PCI) gyakran bifurkációt érintő szűkületekben végzünk. Jelen ajánlás szerint a főág stentimplantációja az elsődleges, azonban emiatt az oldalágat tekintve sok esetben szuboptimális procedurális eredményt kapunk. Ennek megelőzésére több technikát javasolnak; az általunk ismertetett új eljárás alkalmazásával nyert tapasztalatok feldolgozása jelenleg is folyik részlegünkön.

**Módszerek:** Prospektív módon gyűjtjük az ún. „simplified highway-technika” (SHW) alkalmazásával kezelt betegek adatait. E technikát a legalább 2,0 mm-es átmérőjű és 20%-os ostialis szűkületet mutató oldalágak esetén alkalmazzuk. Jelen munkánkban retrospektív módon elemeztük az angiográfiás jellemzőket, a beavatkozás procedurális szövődményeit.

**Eredmények:** 2014. október és 2017. november között 181 SHW PCI-t végeztünk 180 betegben, 36 esetben akut koronária-szindrómában, 145 esetben elektív helyzetben. A kezelt bifurkáció megoszlása: 6,6% bal közös főtörzs, 59,2% bal mellső leszálló ág-diagonális oldalág, 27,6% circumflex artéria-marginális ág, 6,6% disztális jobb koronáriabifurkáció. Az esetek többségében sikerült az eredetileg tervezett főág 1 stent stratégiát követni, de 19 esetben az oldalágba 2. stent beültetésére volt szükség. Ez 8 esetben „T and protrusion”, 7 esetben „culotte”, 2 esetben „reverse crush” és 2 esetben „mini stent-crush” kiegészítő stentelést jelentett. Utóbbi az SHW-technika által egyedülként adódó lehetőség; a főágstenten kívül maradt „csatornán” szükség esetén lehetséges az oldalágba kivezetni a második stentet. 1 esetben azonban az oldalág az SHW-technika alkalmazása ellenére szubokkludálódott, azt tárgítani nem lehetett.

**Megbeszélés:** A bemutatott SHW-technika előnye a 6F kompatibilitás és az oldalág elérhetőségének szinte maradéktalan biztosítása. Ugyanakkor előfordult, hogy kiegészítő stentimplantációra volt szükség. Ez felhívja a figyelmet arra, hogy az oldalágvédési technikákat tovább kell tökéletesíteni.

**Kulcsszavak:** bifurkáció, stent, PSBS, crush, culotte

## Simplified highway technique for the treatment of bifurcation lesions – initial experiences in our center

**Introduction:** Bifurcations often involved in percutan coronary interventions (PCI). According to current guidelines, one stent technique is the gold standard, thus it means suboptimal result in the side branch. Numerous techniques are suggested to protect the side branch however none of them is perfect. A new method is described below, with our first experiences and early data.

**Methods:** Data of the patients who are treated with this “Simplified Highway Technique” (SHW) are collected prospectively. Inclusion criteria is at least 2 mm diameter of the side branch with a minimum of 20% ostial diameter stenosis. Angiographic features and procedural complications analysed retrospectively.

**Results:** Between 2014 October and 2017 November 181 bifurcation were treated with SHW in 180 patients, 36 were cut coronary syndrome (ACS) and 145 elective case. Distribution of these bifurcations: 6.6% left main coronary artery (LMCA), 59.2% left anterior descending-diagonal (LAD – diagonal), 27.6% ramus circumflex – obtuse marginal (CX – OM), 6.6% distal right coronary (RCA). Most of the cases the planned one stent strategy provided satisfactory result, but in 19 cases a second stent implantation in the side branch were needed. It means “crush” in 4 cases, “T and protrusion” in 8 cases, “culotte” in 7 cases. “bail-out” crush is a unique advantage of this method, as a “service channel” remains outside of the main branch stent, which gives the possibility to deploy a stent “under” the main branch stent before proximal optimisation (POT). This was not possible only in 1 case, where this channel collapsed and impossible to redilate it.

**Discussion:** Advantage of this SHW technique is the simplicity and fully controlled side branch availability in 6 Fr guiding catheters. In spite of this primary one stent technique, delivery of a second stent is easy. Of course the need of a second stent due to a dissection draws the attention on imperfection of current side branch protection techniques.

**Keywords:** bifurcation, stent, PSBS, crush, culotte

## Bevezetés

### Koszorúér-betegség és a bifurkációt érintő szűkületek

A koszorúér-szűkületek atheroszklerózis talaján alakulnak ki. Ezen lassú, progresszív folyamat eredményeként plakkok keletkeznek az artériákon belül, amelyek szűkítve a lument, csökkentik a vér áramlását, ezzel miokardiális ischémiát okozva (27).

A bifurkációk az atheroszklerózis predilekciós helyei (1. ábra), mivel ezen a területen egyedi véráramlási minták hatására örvényszerű recirkulációs zónák keletkeznek, amelyek elősegítik a plakkok felépülését. A bifurkációs régiók hisztopatológiai vizsgálatai alapján a plakk lokalizációja szoros összefüggést mutat a helyi endothelialis nyíróerő-mintákkal (10).

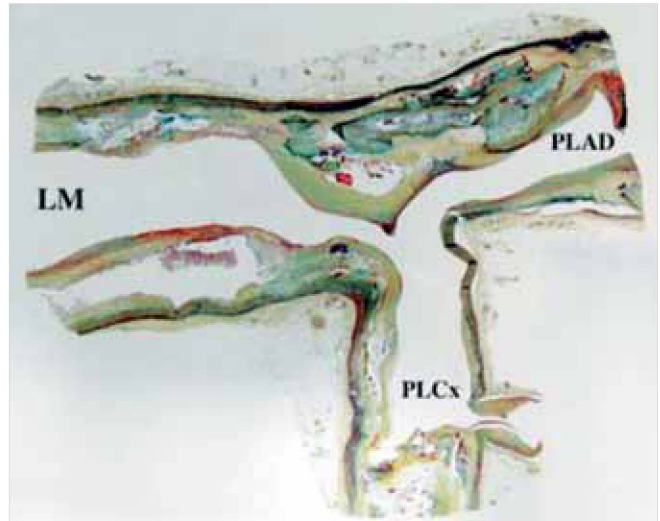
Ennek értelmében bifurkációs szűkületek gyakran az epikardiális koszorúerek elágazásainál (oldalágak eredéséhez közel) alakulnak ki. Az adott szűkület kezelésének módját számos tényező befolyásolja: a beteg tünetei, általános állapota, rizikófaktorai, bal kamra funkciója, funkcionális tesztek eredményei. Ez utóbbi az oldalág klinikai jelentőségét is megadja, ugyanakkor az oldalág angiográfiás mérete, hossza, lokalizációja, eredési szöge és a lézió komplexitása is meghatározza az intervenció kardiológus döntését. Mindezek végeredményeként a „jelentős oldalág” egyszerűen kifejezve az, amit nem akarunk elveszíteni, hogy a főág intervenciója után se alakuljon ki eredési szűkület, vagy áramláscsökkenés (16).

A bifurkációs léziók feloszthatók a szignifikáns lumen-szűkület helye alapján, amely érintheti, vagy a fő-, vagy az oldalágat, de jelen lehet egyszerre mindkettőben is (Louvard és Medina, 2015). Valódi bifurkációs lézióknak nevezzük azon szűkületeket, ahol a főág proximális és/vagy disztális szegmensével mellett az oldalág eredésében is legalább 50%-ot meghaladó szűkület van (2. ábrán láthatók az 1,1,1; 1,0,1; 0,1,1 léziótípusok).

### Koszorúér-stentelési technikák a bifurkációs szűkületek kezelésében

#### A provizionális oldalágstentelés (PSBS)

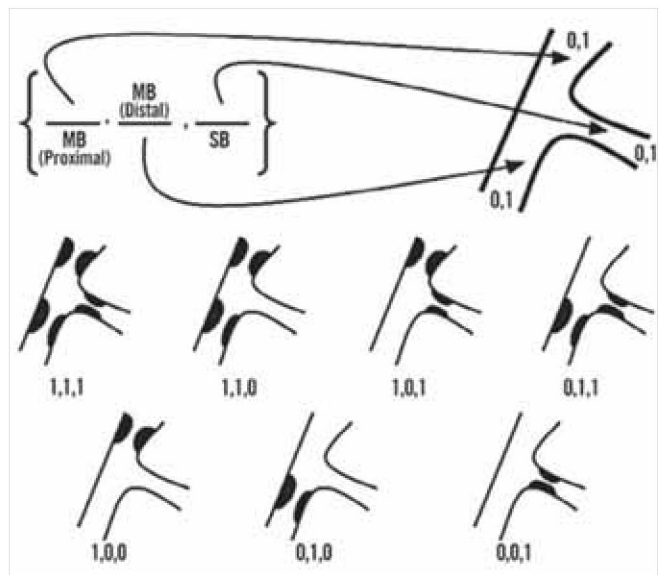
Jelenleg az EBC által előnyben részesített eljárás a bifurkációs léziók PCI-je során a főág stentelése proximális optimalizációval és a provisional side branch stenting (PSBS) (13). A főág proximális szegmenséből a disztális szegmens felé helyezik ki a stentet, miközben az oldalágban egy másik vezetődrótot hagynak („kiszorított”, angolul jailed-nek nevezett oldalágdrótot)



1. ÁBRA. Koszorúér-bifurkációs lézió (10)

(3. ábra). A stent méretének kiválasztása 2016-ig vita tárgyát képezte, a jelenleg elfogadott álláspont alapján a disztális főág átmérőjével legyen egyező (13).

A PSBS-eljárás előnye, hogy az egy stentes megoldás szükség szerint átkonvertálható „bail-out” két stentes

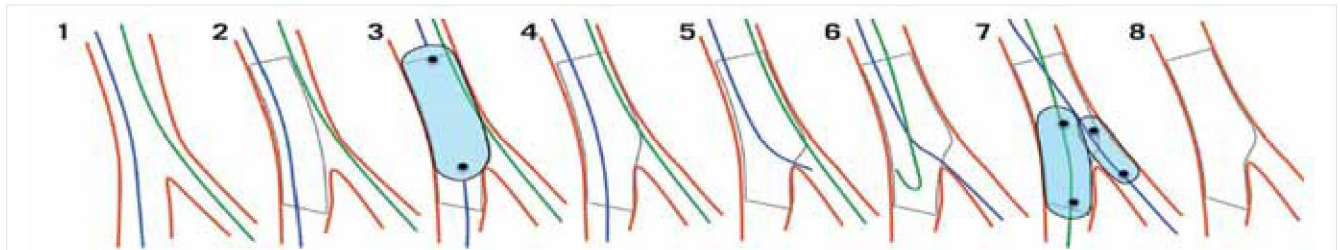


2. ÁBRA. Medina klasszifikáció. Szignifikáns szűkület hiányában mindegyik szegmens 0 értéket képvisel, 50%-ot meghaladó szűkület jelenléte esetén ez az érték 1. A 0-val vagy 1-es értékkel jelölt három szegmens sorrendje a következő: proximális főág-szegmens, disztális főág-szegmens, oldalág, az értékeket vesszővel választjuk el

#### Rövidítésjegyzék

ACS = akut koronáriaszindróma (acute coronary syndrome); EBC = European Bifurcation Club; HW = highway-technika; JBP = jailed balloon protection technika; JSB = jailed semi-inflated ballontechnika; KBI = kissing balloon infláció; LAD = bal mellső leszálló ág (left anterior descending); LCx = bal circumflex artéria (left circumflex artery); LM = bal közös főtrunk (left main); MJB = modified jailed balloon protection technika; NC = nem táguló, „kemény” (non-compliant); PCI = percutan koronáriaintervenció; POT = proximális optimalizációs technika; PSBS = provizionális oldalág-stentelés (provisional side branch stenting); SHW = simplified highway-technika; TAP = T and protrusion; TIMI = thrombolysis in myocardial infarction





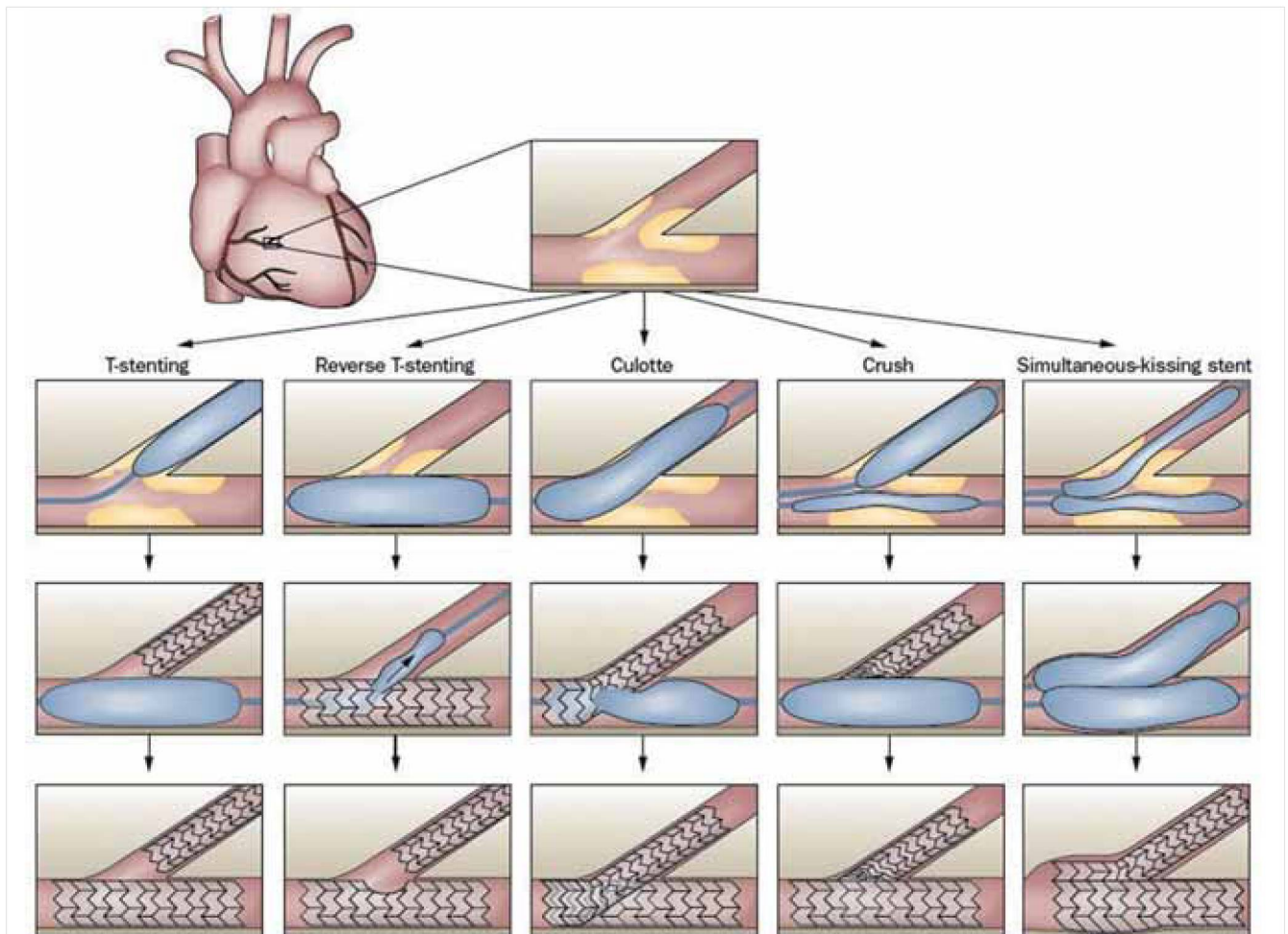
**3. ÁBRA.** Bemutatja a PSBS lépéseit (13). 1. Első lépésként vezetődrótot juttatunk mind a fő-, mind az oldalágba; 2. majd a főág stentelését követően 3. proximális optimalizációt alkalmazunk, a 4. lépésnél a stent megfelelő pozícióban van; 5, 6. ha az operatőr úgy véli, hogy az oldalág nem intakt, akkor újradrótozást követően, a stent celláin átjuttatva a drótot; 7. kissing technikával rövid, NC-ballonok szimultán inflációjával segíti az oldalág átjárhatóságát, úgy, hogy 8. elkerülje az oldalág disszekcióját és a stent torzulását

(pl. „T and protrusion” vagy „culotte”) technikává (3. ábra). A PSBS, illetve szükség esetén a 2 stentre való kiegészítés is 6Fr kompatibilis.

A jailed-drót szerepét is hangsúlyoznunk kell. A főág stentbehelyezését követően az oldalág ostiuma szűkülhet (sokszor ezt is „jail-nek” nevezik) a főág stentexpánziója miatt, akár el is záródhat. A drót az oldalágban maradva ugyanakkor markerként szolgál, illetve a béta-szög megtartásával segíti az operatórt, hogy a főágon keresztül új drótot tudjon bevezetni az oldalágba. A

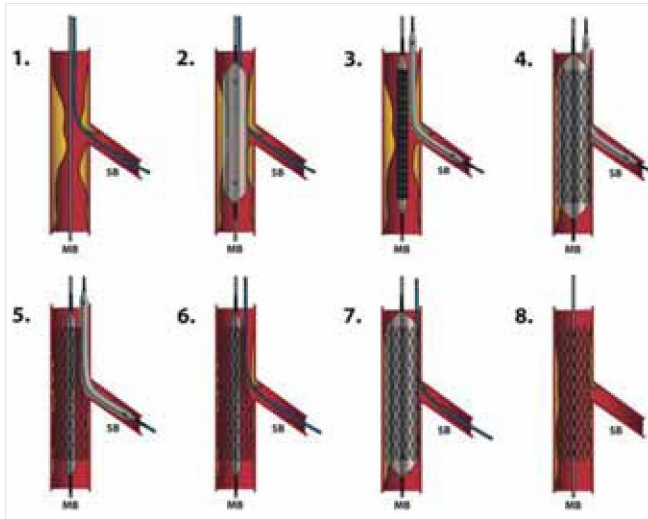
proximális referenciának megfelelő méretű non-compliant ballonnal végzett optimalizációt (POT) követően a főág cellái az oldalág felé nyílnak, ez is elősegíti egy harmadik drót átjuttatását az oldalág ostiumba (14).

A PSBS relatív hatékonyságát bizonyítja, hogy az esetek 80-90%-ában elegendő egy stentet behelyezni a főágba, (15), amellyel hasonló eredményeket érhetünk el, mint más, sokkal komplexebb technikákkal. Randomizált vizsgálatok alapján ez az eljárás lett a bifurkációs szűkületek kezelésének aranystandardja (19).



**4. ÁBRA.** A tervezetten két stentes stratégiák vázlata ([http://www.medscape.org/viewarticle/727014\\_2](http://www.medscape.org/viewarticle/727014_2))





**5. ÁBRA.** Jailed balloon protection technika (JBP) lépései: 1. A főágba 180-300 cm-es, az oldalágba 185 cm-es vezetődrótot juttatnak; 2. A főágba standard, semi-compliant ballont; 3. Az oldalágba adekvát hosszúságú ballont helyeznek, úgy, hogy az túlérjen az ostiumon, majd standard koszorúér-stentet juttatnak a főágba, úgy hogy az lefedje a léziót. Az oldalág proximális markerét a főág stenttől ~2 mm-rel proximálisabban helyezik el, hogy elkerüljék a beszorulást; 4. Ezt követően a főágstentet nominális nyomással inflálják, ekkor az oldalágdrót és ballon „jail”-be kerül; 5. Ha az oldalágban megfelelő az áramlás (TIMI 3), az oldalágballont alacsony nyomással (<3 atm) fújják fel, majd az oldalágballont és drótot eltávolítják (ha az operátor szerint szükséges, akkor az oldalág-vezetődrótot a helyén hagyva a főág stentoptimalizációt követően távolítja el. Ha az áramlás csökkent (<TIMI 3) az oldalágban rutin angioplasztikát végeznek a ballon és drót eltávolítása előtt; 6. Az oldalágdrót és ballont eltávolítják mialatt a főágballont mindvégig a stentben parkolztatják; 7. A főágstentet a megfelelő pozíció elérése érdekében ismételtén expandálják; 8. Záró angiográfián ellenőrzik az eredményt (26)

### **Oldalág-elzáródás – definíció és kezelés**

Számos tényező vezethet oldalág-elzáródáshoz, mint a plakk shift, carina shift, lapossá váló béta-szög a főág stentelését követően (12). Az oldalág proximális részének disszekciója, spazmusa is hozzájárulhat az oldalágvesztéshez, azonban arról még nincs elegendő adat, hogy milyen tényleges predikciós tényezők járnak hozzá a PSBS általi oldalágvesztéshez (23). Az oldalág jail gyakrabban fordul elő nagyméretű, erősen meszes, súlyos ostiumszűkülettel rendelkező oldalág esetén (23). Teljes elzáródás gyakrabban fordult elő valódi bifurkációs lézióknál és kisebb oldalágátmérőknél. Az oldalág teljes okklúziója nagy kihívást jelent az operátor számára, mivel az oldalág újradrótózása és az áramlás megóvása is nehézségeket rejt magában a főág stentelése után (18). A disztális kaliberhez méretezett főágstent proximális edge-nél nem a tökéletes appozíciólehetőség van a stent mögé vezetni ballont az eredeti, jailed dróton, majd ezt a „teret” egyre nagyobb

ballonokkal feltágítani. Innen pedig két lehetőség az „invertált crush” stentelés (20), amikor stentet helyezünk ki az oldalág felé végleg crusholva a főágot, vagy csak annyira tágítjuk fel a stent mögötti „rést”, hogy ezen ki tudjunk juttatni egy stentet az oldalágba, majd azt crusholni a mindvégig főágban hagyott ballonnal („reverse crush”). Az 4. ábra a tervezetten két stentes stratégiákat, komplex kezeléseket összegzi.

### *Hogyan előzzük meg az oldalág elzáródását? Az egyes technikai lehetőségek*

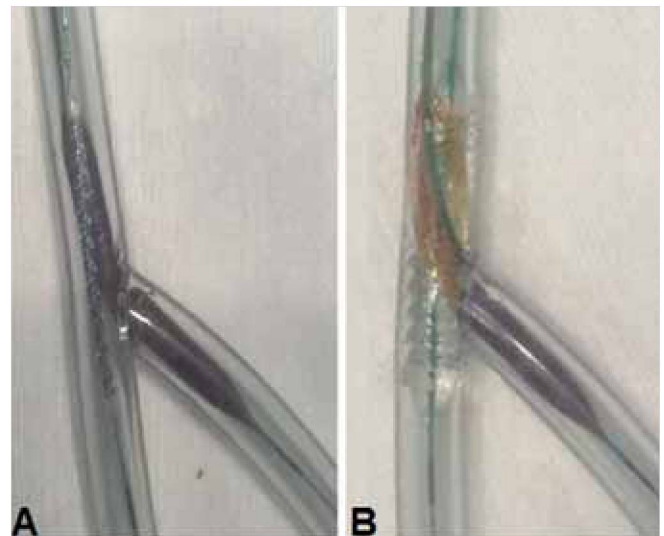
Mint minden más helyzetben, a medicinában, mindig jobb a prevenció, mint később orvosolni a komplikációt. Célunk bemutatni a különböző oldalágvédési technikákat a bifurkációs szűkületek provisional side branch stentelése (PSBS) során.

#### *Jailed balloon protection technika (JBP)*

Burzotta 2010-ben közölte az akut oldalág-elzáródás megelőzését célzó új technikai megoldását „jailed balloon protection” (JBP) néven (4). Ennek során a „provisionális T-stentelést” módosították úgy, hogy már nemcsak egy vezetődrótot juttattak az oldalágba, hanem arra egy ballont is pozícionáltak (5. ábra). Ezt azonban csak akkor inflálták, ha az oldalág okkludálódott vagy abban megromlott az áramlás (<TIMI 3).

#### *Jailed semi-inflated balloon technika*

2015-ben egy török munkacsoport dolgozta ki a „jailed semi-inflated balloon technique” (JSB) néven ismert eljárást (6. ábra). Ők a stenttől kissé proximálisabban



**6. ÁBRA.** Jailed semi-inflated balloon technika (JSB) tesztelése. (A) Az oldalágballon proximális markere és a főágstent proximális vége ugyanazon magasságban van, az oldalágballoninfláció alacsony nyomással (3 atm) történik; (B) a főágstent ballonfelfújását követően a jailed oldalágballon proximális része (a főágstent mögött látható kontrasztanyag) összenyomódott, az oldalág ostiumától disztálisan hiperinfláció jött létre (6)



indított, az oldalág átmérőjének megfelelő méretű ballont pozicionáltak az oldalágba (6). A JSB-eljárás a JBP-technika továbbfejlesztett változatának felel meg. Az intervenció során az oldalágballont alacsony nyomással a főágstent kihelyezésével egy időben és proximálisan egyszintben fújják fel, így ezen ballon teljesen „kitölti” az oldalág ostiumát, amellyel védi az oldalágat a plakktól, illetve carina áttolódásából származó elzáródástól (6).

### Highway-technika

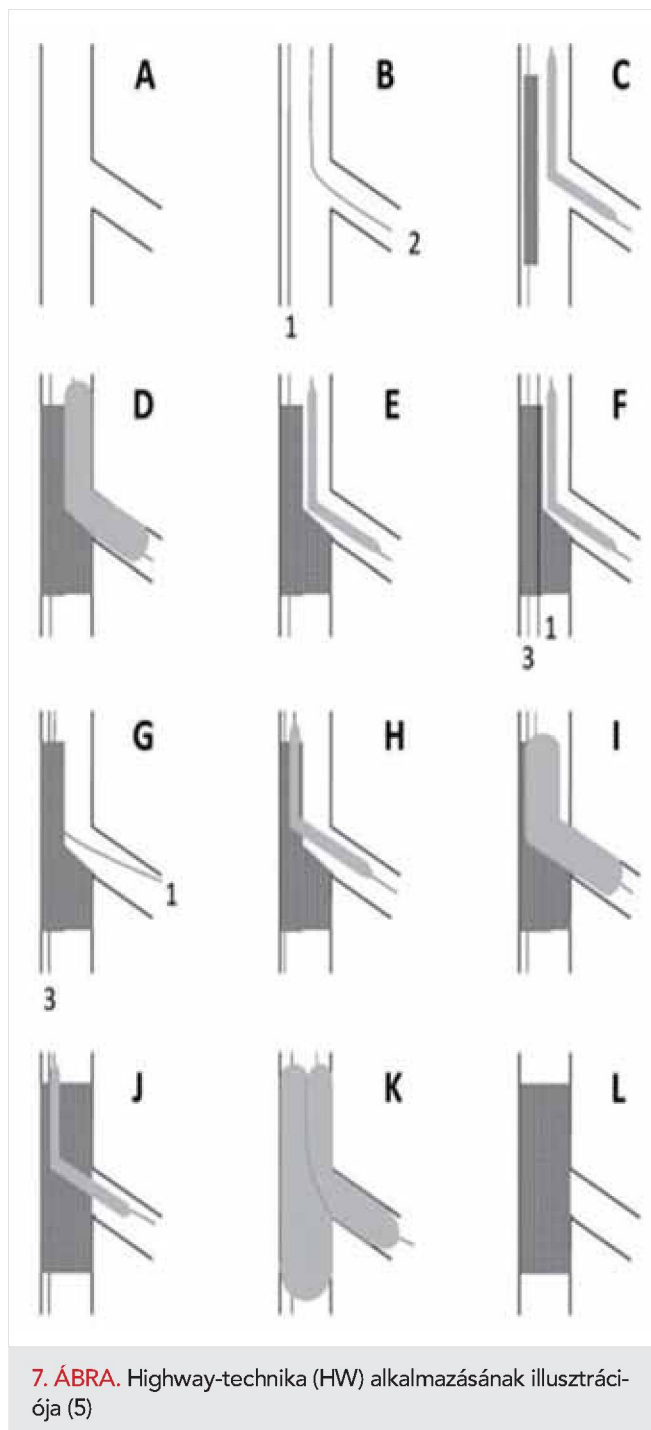
A PSBS-technika módosításával a főágstent felfújásával egy időben egy ballont pozicionálnak az oldalágba, úgy, hogy az proximálisan túlnyúljon a főágstenten és lefedje az oldalág ostiumát, majd a főág-stentballont és az oldalágballont szimultán inflálják (a 7. ábrán láthatók a HW lépései). A stentballont leengedik és eltávolítják, míg az oldalágballont leengedve a helyén hagyva egy harmadik drótot visznek a disztális főágsegmensbe. Ezután eltávolítják az oldalágballont és -drótot, majd az eredeti főágdrótot a stent celláin keresztül az oldalágba juttatják. Az oldalágballont felfújják a stentstrutok kitágítása céljából. Majd ezt a ballont a helyén hagyva, egy megfelelő méretű ballont visznek a harmadik vezetődróton keresztül a főágstentbe és magas nyomáson inflálják. Végül kissing balloninflációval (KBI) fejezik be az eljárást. Amennyiben szükséges, ekkor van lehetőség az oldalágstent kezelésére, amely után ismételt KBI következik. A highway-technika alkalmazását számos előnye miatt kedvezőnek találták a 30 napos klinikai eredményeket tekintve is (5).

Ha súlyosan ateroszklerotikus oldalág jelenléte kizárható, akkor nem javasolt azt előtágítani, mivel magasabb arányban alakulhat ki disszekció benne, amelybe egy új vezetődrót levezetése az állumen propagáció-jához, illetve az ebben való stentimplantáció oldalág-vesztéshez vezethet. A HW során a szimultán infláció miatt a főág proximális szegmensében a nem teljes stentexpansió következtében deformált stent celláin keresztül nehézkes az oldalág újradrótózása (POT). Véleményünk szerint a HW túl komplex, kevésbé optimális eljárás az oldalágáramlás fenntartására a főág stentelését követően. Ez a fő oka annak, hogy intézetünkben ennek a módosított változatát dolgoztuk ki és kezdtük el alkalmazni, amelyet simplified highway-technikának (SHW) nevezünk el.

### Célkitűzés

Célunk az volt, hogy a HW módosításával, majd ennek a szignifikáns bifurkációs koszorúér-szűkületek esetében prospektív alkalmazásával kapott procedurális eredményeket gyűjtsük és statisztikailag vizsgáljuk ezen eljárás hatékonyságát.

A procedurális angiográfiás eredmények értékelésével meghatároztuk az oldalágvédelem eredményességét. Ez-



7. ÁBRA. Highway-technika (HW) alkalmazásának illusztrációja (5)

zel párhuzamosan próbáltuk ezen új stentelési eljárás lehetséges hátrányait is feltárni.

### Betegek és módszer

#### Betegek kiválasztása

Általános bevonási kritériumként a szignifikáns bifurkációs szűkületeket vettük, amely a főág legalább 50%-os szegmens szűkülete mellett a minimum 2 mm-es átmérőjű, legalább 20%-os oldalág ostium szűkületét jelentette.





Kizáró kritériumként a tervezetten 2 stentes stratégiák: az oldalág súlyos, meszes stenosisa ( $\geq 75\%$  átmérőszűkület), a proximális szegmenésnek hosszú, legalább 5 mm-es szignifikáns szűkülete vagy súlyos tortuozitása szerepelt.

Procedurális sikerként könyveltük el a főág stentelt szegmensén belüli maximum 30%-os (a stent maga maximálisan 20%-os alulexpanziót mutasson) reziduális szűkület meglétét, és a főágban és az oldalágban a TIMI 3 áramlást, valamint az áramlást akadályozó disszekció hiányát (8. ábrán a disszekció különböző típusai láthatók).

#### A simplified highway-technika leírása

A SHW-technika alkalmazása minden esetben az operatőrre volt bízva. A betegek kiválasztásánál figyelembe vettük a szignifikáns bifurkációs szűkületeket, a  $90^\circ$ -nál nagyobb bifurkációs szöget és azon anatómiai variációkat és léziómorfológiát, amelyek nehezítették az oldalághoz való hozzáférést. Az SHW egy standardizált eljárás, amely az intézetünkben került fejlesztésre. A 9. ábra részletezi a technika lépéseit, a 10. ábra angiográfiás képeken ábrázolja az eljárást.

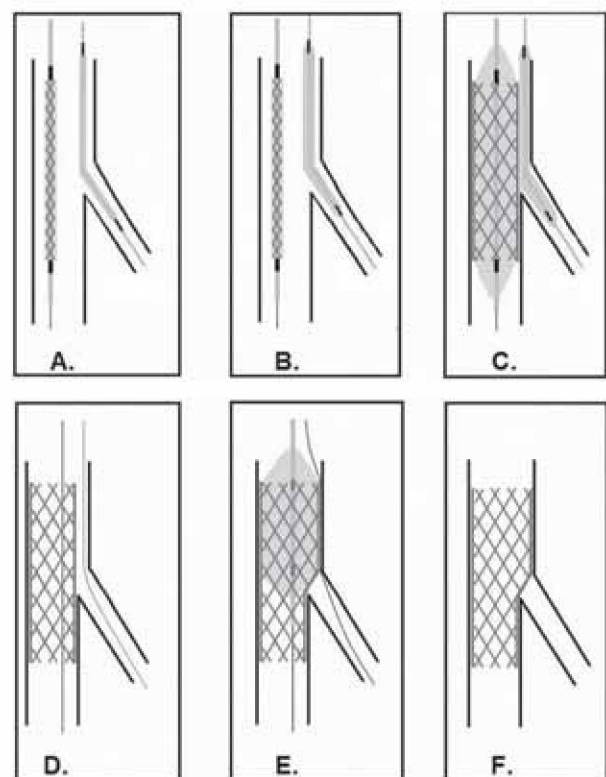
A procedura során leginkább radiális, ritkábban femorális behatolást alkalmazva 6-7 Fr vezetőkatétert alkalmazunk. Első lépésként vezetődrótot juttatunk mindkét ágba. A főág előtágítását szükség esetén standard semi-compliant ballonnal végezzük.

**A:** A főágba a disztális szegmensnek megfelelő méretű és adekvát hosszúságú stentet helyezünk, míg az oldalágba egy kissé alulméretes, az érkaliber 75%-a körüli semi-compliant ballont juttatunk, úgy, hogy az a főágstent proximális szélénél vagy attól proximálisabban kezdődjön és az oldalágig érjen. Ennek oka egyrészt, hogy az oldalágballon proximális összenyomásával a disztális rész hiperinflációja ne okozzon barotraumát, valamint megfelelő mértékben védje az ostiumot a plakk, vagy carina áttolódástól. Ez a proximális elhelyezés pedig a ballon stent mögé szorulását előzheti meg.

**B, C:** A stentet nominális, az oldalágballont pedig alacsony nyomással (4-6 atm) szimultán fújjuk fel, majd engedjük le. A jail-be került, részben felfújott ballon megakadályozza a plakk, illetve carinaát-tolódást, mivel szinte teljesen „kitölti” az oldalág ostiumát.

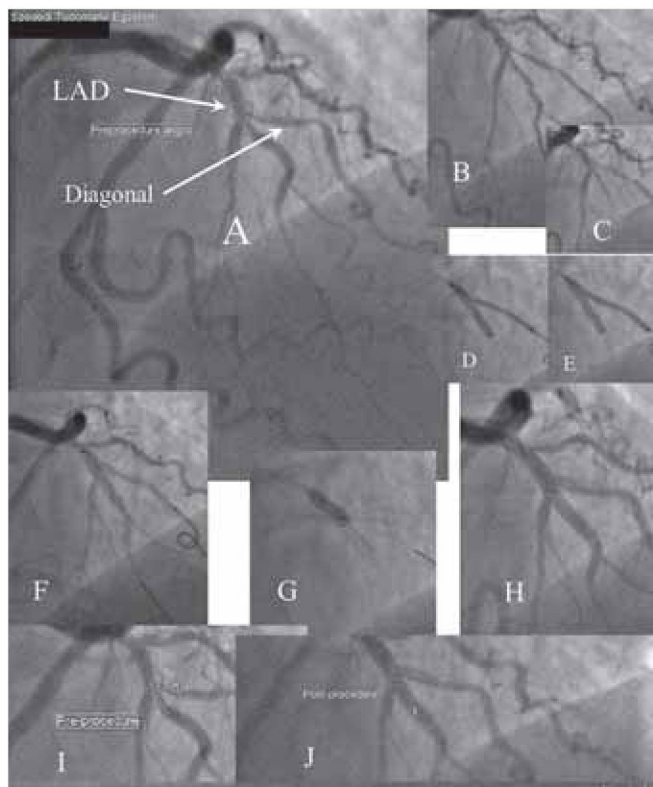
**D:** Ezután a főág ballonját helyben hagyva, az oldalágballont eltávolítva kontroll angiográfián ellenőrizzük az oldalág intaktságát. Ekkor, ha az oldalág elzáródott vagy áramlást csökkentő magas fokú disszekció alakul ki, lehetőségünk van ezen az „úton” az egy stentes módszert két stentesse alakítani; vagyis az oldalág irányában hagyott „csatormán” keresztül levezethető a megfelelő méretű stent, amelyet a főág stentjében hagyott ballonnal tudunk crush-olni.

**E:** Ha nincs nagyobb fokú reziduális szűkület vagy csökkent áramlás, a főágból a stentballont eltávolítva és a proximális érkalibernek megfelelő méretű NC-ballonra cserélve nagynyomású proximális opti-



**9. ÁBRA.** Az SHW-technika lépései: **A:** Előtágítást követően mindkét ágba standard vezetődrótot juttatunk. A főágba a disztális referenciának megfelelő méretű és adekvát hosszúságú stentet viszünk, míg az oldalágba egy kissé alulméretes, az érkaliber 75%-a körüli átmérőjű, de elég hosszú ballont pozícionálunk, amelynél fontos, hogy a stent proximális markerénél vagy attól proximálisabban kezdődjön és az oldalágig érjen. **B–C:** Szimultán inflációt követően. **D:** kontroll angiográfián ellenőrizzük az oldalág intaktságát, majd ha ez intakt. **E:** POT-tal. **F:** a drótok és a ballon eltávolításával és záró angiográfiával fejezzük be az eljárást





**10. ÁBRA.** A: Disztális bal mellső leszálló ág-diagonális oldal-ág-bifurkációs szűkülete. B: Mindkét ág drótozását követően a disztális bal mellső leszálló ágba stentet, a diagonális oldalágba ballont pozicionálunk, C: amelynek proximális markere a stenttől kissé proximálisabban helyezkedik el. D-E: Szimultán inflációt alkalmazunk. F: a főágban hagyott stentballonnal kontroll angiográfiát végzünk. G: POT-tal fejezzük be az intervenciót. H: Záró angiográfián látható a szinte reziduális szűkülettől mentes bifurkáció, az oldalág B-típusú disszekciójával, ami az áramlást nem befolyásolta: TIMI 3 áramlás a záró angiogrammon. I-J: Az azonos projekcióban mért béta-szög pre- és posztprocedurálisán is lényegében változatlan maradt. LAD: bal mellső leszálló ág

malizációval, majd a drótok eltávolításával fejezzük be az eljárást.

F: Záró angiográfia sematikus ábrázolása (9. ábra).

## Statisztika

A statisztikai számításokat a MedCalc® 13.3.3. verziójával végeztük. A folyamatos változókat az átlag  $\pm$  standard deviációval fejeztük ki, a kategorikus változókat százalékokban határoztuk meg. Összehasonlítottuk a pre- és posztprocedurális angiográfiás jellemzőket kétmintás T-próbát használva. Statisztikailag szignifikánsnak tekintettük az eredményeket ha a  $p < 0,05$ .

## Eredmények

### Betegpopuláció, klinikai és angiográfiás jellegzetességek

A beavatkozások 2014. október 1-jétől 2017. november 30-ig zajlottak. Ezalatt 181 simplified highway percutan

### 1. TÁBLÁZAT. Betegek klinikai jellegzetességei (n=181)

Kor (év)	68,4 $\pm$ 8,5
Nem (%)	
Férfi	131 (72,4)
Nő	50 (27,6)
Magas vérnyomás (%)	166 (91,7)
Cukorbetegség (%)	64 (35,4)
Hyperlipidaemia (%)	156 (86,2)
Erek érintettsége (%)	
Egy ér	62 (34,2)
Két ér	74 (40,9)
Három ér	45 (24,9)
PCI-indikáció (%)	
Stabil angina	145 (80,1)
Instabil angina/NSTEMI	21 (11,6)
STEMI	15 (8,3)

PCI: percutan coronariaintervenció, NSTEMI = nem ST-elevációs miokardiális infarktus, STEMI = ST-elevációs miokardiális infarktus

koronáriaintervenciót végeztünk 180 betegben, 36 esetben (19,9%) akut koronáriszindrómában, 145 esetben (80,1%) elektív helyzetben. Az 1. táblázat összefoglalja a betegek általános klinikai jellemzőit, amely a nemzetközi átlagnak felel meg.

A 2. táblázat foglalja össze az angiográfiás és procedurális jellegzetességeket. Radiális behatolást alkalmaztunk az esetek többségében (84,5%). Fontos volt a 6F kompatibilitás, amit a procedúrák nagy részénél sikerült megvalósítani (77,4%), azonban néhány betegnél 7F vezetőkatétert kellett alkalmaznunk, akár radiális behatolásból is. A léziók lokalizációja a következőképpen alakult: a bal közös törzs (LM) 6,6%-ban, a bal mellső leszálló ág (LAD) – első diagonális oldalág 40,9%-ban, a LAD – második diagonális oldalág 18,3%-ban, a bal circumflex artéria – obtus marginalis ág 27,6%-ban és a disztális jobb koszorúér (PD-PL) 6,6%-ban volt érintett. Összesen 51 betegnek (28%) volt valódi bifurkációs szűkülete (Medina 1,1,1 vagy 1,0,1 vagy 0,1,1 léziók). 70° alatti, lapos béta-szög az esetek 65,2%-ában fordult elő. Preprocedurális TIMI 3 áramlás a főágban 79,6%-ban, az oldalágban 76,8%-ban volt jelen. A főágat 166 (91,7%), az oldalágat 11 (6,1%) esetben tágtítottuk elő. A beavatkozás (a vezetőkatéter felvezetése után számítva) átlagos időtartama 39,6 $\pm$ 23,8 perc volt.

### Procedurális eredmények, angiográfiás elemzés

A 3. táblázat foglalja össze a közvetlen procedurális eredményeket. A beavatkozás sikerrátája 99,5%-os volt. A procedúrát befejezve a betegek többségében TIMI 3 áramlás ábrázolódott, mind a fő- mind, az oldalágban. 7 esetben (3,9%) a főág stentelését követően az oldalág eredésénél disszekció jelentkezett. További 12 esetben (6,6%) az oldalág eredésénél masszív, 75%-ot



## 2. TÁBLÁZAT. Kezelt léziók procedurális és angiográfiás jellemzői (n=181)

Léziólokalisáció (%)	
Disztális bal közös főtörzs	12 (6,6)
LAD-D1	74 (40,9)
LAD-D2	33 (18,3)
Bal circumflex artéria-obtus marginális ág	50 (27,6)
Jobb koronária-PD-PL	12 (6,6)
Bifurkáció-csoportosítás (%)	
Medina 1,1,1	26 (14,4)
Medina 1,1,0	41 (22,7)
Medina 1,0,1	20 (11,0)
Medina 0,1,1	5 (2,8)
Medina 0,1,0	33 (18,2)
Medina 1,0,0	56 (30,9)
Béta-szög (fok)	
<70	118 (65,2)
70–90	46 (25,4)
>90	17 (9,4)
Beavatkozás előtti főág TIMI-áramlás (%)	
0–1	16 (8,8)
2	21 (11,6)
3	144 (79,6)
Beavatkozás előtti oldalág TIMI-áramlás (%)	
0–1	18 (9,9)
2	24 (13,3)
3	139 (76,8)
Radiális behatolás (%)	153 (84,5)
6F használat (%)	140 (77,4)
Előtágítás (%)	
Főág	166 (91,7)
Oldalág	11 (6,1)
Beavatkozás hossza (percben)	
	39,6±23,8
Főág-stentméret	
Átmérő, mm	3,2±0,27
Hossz, mm	28,0±9,1
Oldalág-ballonméret	
Átmérő, mm	2,4±0,5
Hossz, mm	20,6±8,4

LAD = bal mellső leszálló ág; D = diagonális ág; PD = posterior descendens artéria; PL = posterolateralis oldalág; TIMI = thrombolysis in myocardial infarction

meghaladó reziduális átmérőszűkület ábrázolódnak, így 19 (10,5%) esetben kiegészítő második stentimplantációra volt szükség az oldalágban. A főágban proximális stent edge-nél disszekció 3 (1,7%) esetben, míg disztálisan 7 (3,9%) esetben fordult elő, ezen eseteknél szükséges volt a disszekciót egy második endoprotézissel

## 3. TÁBLÁZAT. Közvetlen procedurális eredmények (n=181)

Sikeres procedura (%)	180 (99,5)
Oldalágvesztés (%)	
Átmeneti	7 (3,9)
Végleges	1 (0,5)
Oldalág TIMI áramlása a főág stentelése után (%)	
0-2	12 (6,6)
3	169 (93,4)
Disszekció (%)	
Proximális stent edge (C-F típusú)	3 (1,7)
Disztális stent edge (C-F típusú)	7 (3,9)
Oldalág ostium	
A- és B-típusú	8 (4,4)
C-F-típusú	7 (3,9)
Oldalág-stentelés (%)	
T and protrusion	8 (4,4)
Culotte	7 (3,9)
Reverse crush	2 (1,1)
Mini stent-crush	2 (1,1)
Jailed-ballon vagy drótbefeszítés (%)	0 (0,0)

fedni. Az oldalágballont és -drótot mind a 181 beavatkozás során sikerült beszorulás, vagy károsodás nélkül eltávolítani.

A 4. táblázatban láthatók az angiográfiás jellemzők, a szűkületek mértékének és a főág, valamint az oldalág közti béta-szögnek a meghatározása (vizuális becsléssel). Általános bevonási kritériumként az oldalág ostium legalább 20%-os szűkületét vettük; az eredmények átmérőszűkületeinek átlagértéke szignifikáns ( $48,2\% \pm 18,4\%$ ) volt, a stenosis mértéke jelentősen csökkent posztprocedurálisan ( $p=0,04$ ), míg a disztális főág szegmens és az oldalág közötti béta-szög jelentősen nem változott ( $p=0,58$ ). 2 esetben az operátor nem használt azonos projekciót a beavatkozás végén, így a szűkületeket és a béta-szög nagyságát nem tudtuk megítélni.

A 11. ábra bemutatja a „highway oldalágcsatorna” jelentőségét az oldalágkezelés jó angiográfiás eredményének biztosításában, amelyen keresztül az oldalágba juttatott stentet a főágstent ballonja „mögé”, azt csak minimálisan az oldalág ostiuma felett indítva implantáltuk.

## Megbeszélés

### A simplified highway-technika alkalmazása katéteres centrumunkban

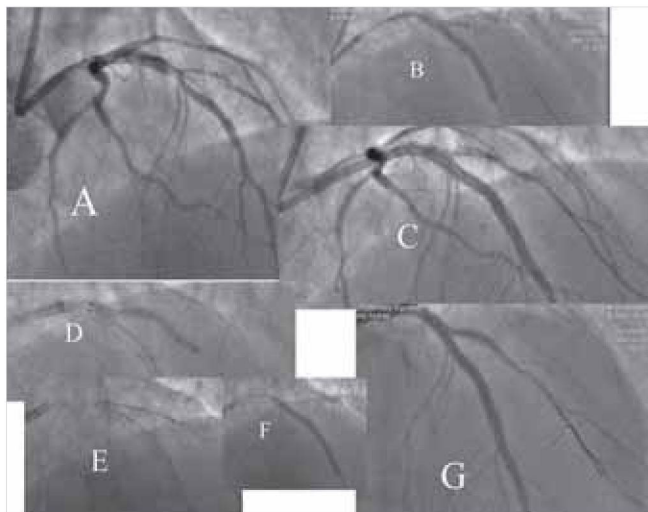
A táblázatokban feltüntetett eredményeink alapján kijelenthetjük, hogy az SHW-technikát magas posztprocedurális sikeraránytal tudtuk alkalmazni, optimális oldalágvédéssel és megfelelő angiográfiás eredménnyel. 19,9%-ban ACS-ben, 28,2%-ban valódi bifurkációs szűkületeknél is optimális eredményt kaptunk. Mind



**4. TÁBLÁZAT.** A procedura angiográfiás elemzése (vizuális becsléssel)

	<b>Baseline (n = 181)</b>	<b>Posztpro- ced. (n = 179)</b>	<b>p</b>
<i>Főág proximális szegmens</i>			
Átmérőszűkület (%)	72,5±22,1	5,2±2,6	<0,001
<i>Főág disztális szegmens</i>			
Átmérőszűkület (%)	51,6±22,4	12,6±11,4	<0,01
<i>Oldalág ostium</i>			
Átmérőszűkület (%)	48,2±18,4	30,2±12,3	=0,04
Béta-szög (fok)	68,7±21,3	64,4±23,8	=0,58

A szöveget a két ér első 5-10 mm-es szakaszának középvonalában mértük.  
Kétmintás T-próba eredményei



**11. ÁBRA.** Mini stent-crush stentelési technika. Medina 1,0,1 LAD-diagonális oldalág valódi bifurkációs szűkülete (A). Szimultán stentimplantáció a főágban és balloninfláció (SHW) az oldalágban (B), ennek eredményeként C-típusú disszekció alakult ki az oldalág eredésében (C), ezért a highway oldalág-csatornát feltágítottuk, miközben a főágstent ballonját a helyén hagytuk (D). Ezen „highway oldalág-csatornán” keresztül vittük ki az oldalágstentet a korábban kihelyezett főág stent alá (E), majd az oldalágballon és drót eltávolítása után a főágstent-ballonnal crush-oltuk az oldalágstentet (F) Végül újradrótálás után KBI és POT következett. Záró angiográfián optimális eredményt kaptunk (G)

LM-lézióknál, vagy nem LM bifurkációs szűkületeknél, különböző, akár lapos béta-szög esetében is sikerült a végleges oldalágvesztést kiküszöbölni (1–3. táblázat). Az SHW alkalmazása csak válogatott esetekben jöhetett szóba, ugyanis nem minden bifurkációs szűkülettel rendelkező betegnél várható, hogy ez az optimális eljárás. Az operátor szubjektív véleménye alapján néhány esetben nincs szükség az SHW alkalmazására az oldalágvédés során, vagy tervezetten 2-stent stratégiát kell választani. Eseteink 84,5%-ában sikerült radiális behatolásból végezni a beavatkozást, amely lehetővé tette, hogy 6Fr-es felvezető katétert használjunk az esetek

77,4%-ában, így azt mondhatjuk, hogy ezen technika szinte teljesen 6Fr kompatibilis. Ezt az oldalágvédési technikát viszonylag magas arányban (28,2%) tudtuk valódi bifurkációs lézióknál (oldalág eredésben is legalább 50%-ot meghaladó átmérőszűkület) is sikeresen alkalmazni (2. táblázat). A 4. táblázatban összefoglalt posztprocedurális eredmények alapján azt mondhatjuk, hogy a legtöbb esetben sikerült elkerülnünk a jelentős plakk-, illetve carina shift kialakulását. Ezt támasztja alá az oldalág ostialis reziduális szűkületének 30% körüli volta, amely nem tűnhet optimálisnak, de ezen szűkületek szinte kivétel nélkül rövidek, az irodalomban is alátámasztottan funkcionálisan nem szignifikánsak. Előtágítás alkalmazására nem volt egyértelmű javaslat a beavatkozás leírásában, így annak szükségességéről az operátor szubjektíven dönthetett, így a főágat 166 (91,7%) esetben tágitottuk elő, míg az oldalágat csak 11 (6,1%) alkalommal. Általánosságban, amennyiben nem súlyosan ateroszklerotikus oldalágról van szó, akkor az előtágítás nem javasolt, mert magasabb arányban alakulhat ki disszekció (C–F típus) benne, amely második stent behelyezését teszi szükségessé, pedig ezen technika is pont ennek elkerülésére hivatott. A 181 intervenció során 7 esetben (3,9%) történt ilyen jellegű disszekció az oldalág eredésénél (3. táblázat).

A laposabb béta-szög a szuboptimális eredmény meghatározója, amely a mi eseteink között is gyakori volt (1. táblázat). Ilyenkor gyakrabban fordulhat elő restenosis vagy trombózis a turbulens áramlás, alacsony endothelialis nyíróerő és trombocitaaktiváció következtében. A 181 esetről átlagban 68,7°-os volt a főág és az oldalág közti szög, amely magasabb kockázatot jelentett a nemkívánatos posztprocedurális események kialakulásában. A béta-szög laposabbá válása elősegítheti az oldalág elzáródását a plakk-, vagy carina shift által; anyagunkban a beavatkozások során a béta-szög szignifikáns mértékben nem változott (4. táblázat), így eseteinkben ez is hozzájárulhatott a procedurális sikerhez.

**A simplified highway-technikával kapcsolatos lehetséges problémák és előnyök**

A jó posztprocedurális áramlási arány és viszonylag kis mértékű reziduális stenosis alapján úgy véljük, hogy az SHW-technika egy széles körben, különböző típusú szűkületek esetén is alkalmazható eljárás. Ezen technika fő előnye, hogy a beavatkozás során folyamatos hozzáférést tudunk biztosítani az oldalághoz, így ennek megfelelő kezelést tudunk alkalmazni. Elméletileg komplikációként jelentkezhet az oldalágballon beszorulása, amelyet egy esetben sem tapasztaltunk. A beavatkozások során az oldalágballont sikerült nagyobb húzóerő kifejtése nélkül eltávolítani, annak a megfontolásnak köszönhetően, hogy az oldalág-védőballont szimultán infláltuk. Ez a kisebb (a nominális fele) nyomás az oldalág eredésénél kialakult disszekció esélyét csökkenti a nem jelentős barotrauma által. Beteganyagunkban hét esetben fordult elő nagyobb fokú oldalág-disszekció, de az ő esetükben relatíve hossz-



szű és súlyosan meszes lézió volt jelen. Itt még kisebb semi-compliant ballont kellett volna alkalmazni, hogy elkerüljük az ehhez hasonló komplikációkat. A stent megfelelő appozíciója érdekében minden intervenciót rövid NC-ballonnal végzett POT-tal egészítettünk ki.

Az SHW-technika esetleges szuboptimális eredménye abból származhat, hogy a stenten proximálisan túlérő oldalágballon a proximális szegmens sérülését, diszszekcióját okozhatja. Mi 3 esetben tapasztaltunk manifest disszekciót, amikor a proximális főágba újabb stentet kellett implantálni. Ez a technika limitációját is jelenti, úgy is fogalmazhatnánk, hogy a megfelelő léziót kell kiválasztani, ahol a proximális épnek látszó szakasz elegendő hosszúságú.

## Limitációk

A vizsgálatunknak számos limitációja van. A legfontosabb, hogy a technikára alkalmas szűkületek kritériumai nem voltak pontosan definiálva (pl. mi a meszes szűkület maximális foka). Részlegünkön az operatőrök nem egyenesen használják ezt a technikát, minden bifurkációs PCI alkalmával az operatőrre van bízva, hogy alkalmazza-e az SHW-t vagy hagyományos megoldást választ. Arról nem vezettünk prospektív kérdőívet, hogy pontosan milyen léziótulajdonságok befolyásolják őket a döntéshozatalban, hogy melyik eljárást részesítik előnyben. Hosszú távú klinikai eredményeink vizsgálata jelenleg is folyamatban van intézetünkben. Kisebbségi limitációnak számít, hogy nem alkalmazunk kvantitatív koszorúér-angiográfiát és akut esetekben – ahol a kezelt erek átmérőit nem lehet helyesen megítélni – kevés tapasztalatunk van a technikával kapcsolatban. Valamint az ér meszeségének mértékét sem számszerűsítettük, amely rizikófaktoroként szerepelhet az oldalág eredés disszekciójában, ezáltal az oldalág stentelésében is.

## Következtetés

Következtetésként azt mondhatjuk, hogy a simplified highway-technika alkalmazása a provizionális oldalág-stentelés során megfelelően kiválasztott léziók esetén alkalmazható és magas procedurális sikert eredményezett. Az általunk vizsgált 180 beteg esetében ezen technika használata során meglehetősen kis arányban fordult elő oldalág-elzáródás, valamint második stent behelyezésére is kevés esetben volt szükség. Kijelenthető, hogy a koszorúér bifurkációs szűkületeinek tervezett PSBS kezelése során az SHW alkalmazása előnyös választás; ugyanakkor további klinikai vizsgálatok szükségesek a hosszabb távú eredményesség ellenőrzésére.

## Nyilatkozat

A szerzők kijelentik, hogy a közlemény megírásával kapcsolatban nem áll fenn velük szemben pénzügyi

vagy egyéb lényeges összeütközés, összeférhetlenségi ok, amely befolyásolhatja a közleményben bemutatott eredményeket, az abból levont következtetéseket vagy azok értelmezését.

## Irodalom

1. Aminian A, Dolatabadi D, et al. Small balloon inflation over a jailed wire as a bailout technique in a case of abrupt side branch occlusion during provisional stenting. *J Invasive Cardiol* 2010; 22 (9): 449–452.
2. Bhargava B, Waksman R, et al. Clinical outcomes of compromised side branch (stent jail) after coronary stenting with the NIR stent. *Catheter Cardiovasc Interv* 2001; 54 (3): 295–300. DOI: 10.1002/ccd.1287
3. Burzotta F, Trani C. Jailed balloon protection and rescue balloon jailing techniques set the field for safer bifurcation provisional stenting. *Int J Cardiol* 2015; 201: 376–377. DOI: 10.1016/j.ijcard.2015.06.185
4. Burzotta F, Trani C, et al. Jailed balloon protection: a new technique to avoid acute side-branch occlusion during provisional stenting of bifurcated lesions. Bench test report and first clinical experience. *EuroIntervention* 2010; 5 (7): 809–813. DOI: 10.4244/eijv5i7a135
5. Catakoglu AB, Aytekin V. The Highway Technique: a new stenting technique to treat coronary bifurcation lesions. *EuroIntervention* 2010; 5 (7): 821–825. DOI: 10.4244/eijv5i7a137
6. Cayli M, Seker T, et al. A Novel-Modified Provisional Bifurcation Stenting Technique: Jailed Semi-Inflated Balloon Technique. *J Interv Cardiol* 2015; 28 (5): 420–429. DOI: 10.1111/joic.12225
7. Chaudhry EC, Dauerman KP, et al. Percutaneous coronary intervention for major bifurcation lesions using the simple approach: risk of myocardial infarction. *J Thromb Thrombolysis* 2007; 24 (1): 7–13. DOI: 10.1007/s11239-006-0004-6
8. Depta J, Patel Y, et al. Long-term clinical outcomes with the use of a modified provisional jailed-balloon stenting technique for the treatment of nonleft main coronary bifurcation lesions. *Catheter Cardiovasc Interv* 2013; 82 (5): E637–E646. DOI: 10.1002/ccd.24778
9. Dzavik V, Kharbanda R, et al. Predictors of long-term outcome after crush stenting of coronary bifurcation lesions: importance of the bifurcation angle. *Am Heart J* 2006; 152 (4): 762–769. DOI: 10.1016/j.ahj.2006.04.033
10. Fajadet J, Chieffo A. Current management of left main coronary artery disease. *Eur Heart J* 2012; 33 (1): 36–50b. DOI: 10.1093/eurheartj/ehr426
11. Hildick-Smith D, Behan MV, et al. The EBC TWO Study (European Bifurcation Coronary TWO): A Randomized Comparison of Provisional T-Stenting Versus a Systematic 2 Stent Culotte Strategy in Large Caliber True Bifurcations. *Circ Cardiovasc Interv* 2016; 9 (9). DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.115.003643
12. Kang SJ, Mintz GS, et al. Preintervention angiographic and intravascular ultrasound predictors for side branch compromise after a single-stent crossover technique. *Am J Cardiol* 2011; 107 (12): 1787–1793. DOI: 10.1016/j.amjcard.2011.02.323
13. Lassen JF, Holm NR, et al. Percutaneous coronary intervention for coronary bifurcation disease: 11th consensus document from the European Bifurcation Club. *EuroIntervention* 2016; 12 (1): 38–46. DOI: 10.4244/EIJ-D-18-00357
14. Lefevre T, Darremont O, et al. Provisional side branch stenting for the treatment of bifurcation lesions. *EuroIntervention* 2010; 6 (Suppl J): J65–J71. DOI: 10.4244/EIJV6SUPJA11
15. Lefevre T, Morice MC, et al. Influence of technical strategies on the outcome of coronary bifurcation stenting. *EuroIntervention* 2005; 1 (1): 31–37. DOI: 10.15420/icr.2013.8.2.96
16. Medina A, Suarez de Lezo J, et al. [A new classification of coronary bifurcation lesions]. *Rev Esp Cardiol* 2006; 59 (2): 183.
17. Meier B, Gruentzig AR, et al. Risk of side branch occlusion during coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1984; 53 (1): 10–14. DOI: 10.1016/0002-9149(84)90675-1
18. Milasinovic D, Wijns W, et al. Step-by-step manual for planning and performing bifurcation PCI: a resource-tailored approach. *EuroIntervention* 2018; 13 (15): e1804–e1811. DOI: 10.4244/EIJ-D-17-00580
19. Morice MC, Serruys PW, et al. Outcomes in patients with de novo left main disease treated with either percutaneous coronary intervention using paclitaxel-eluting stents or coronary artery bypass graft treatment in the Synergy Between 20. Percutaneous Coronary Intervention with TAXUS and Cardiac Surgery (SYNTAX) trial. *Circulation* 2010; 121 (24): 2645–2653. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.899211
20. Pan M, Romero M, et al. Inverted crush technique for uncrossable side branch occlusion during provisional side branch stenting: a new role for the jailed wire. *Rev Esp Cardiol* 2011; 64 (8): 718–722. DOI: 10.1016/j.ijn.2018.03.051
21. Saito S, Shishido K, et al. Modified jailed balloon technique for bifurcation lesions. *Catheter Cardiovasc Interv* 2018; 92 (3): E218–E226. DOI: 10.1002/ccd.27334
22. Schneider JE, Mann T, et al. Transradial Coronary Stenting: A United States Experience. *J Invasive Cardiol* 1997; 9 (9): 569–574.
23. Seo JB, Shin DH, et al. Predictors for Side Branch Failure During Provisional Strategy of Coronary Intervention for Bifurcation Lesions (from the Korean Bifurcation Registry). *Am J Cardiol* 2016; 118 (6): 797–803. DOI: 10.1016/j.amjcard.2016.06.049
24. Sgueglia GA, Todaro D, et al. Complexity and simplicity in percutaneous bifurcation interventions. *EuroIntervention* 2010; 6 (5): 664–665. DOI: 10.4244/EIJV6I5A111
25. Singh J, Patel Y, et al. A modified provisional stenting approach to coronary bifurcation lesions: clinical application of the jailed-balloon technique. *J Interv Cardiol* 2012; 25 (3): 289–296. DOI: 10.1111/j.1540-8183.2011.00716.x
26. Shishido K. Modified Jailed Balloon Technique: A Novel Technique to Avoid Side Branch Occlusion Regarding with Percutaneous Coronary Intervention for Bifurcation Lesions. *EuroIntervention* 2016.
27. Weber C, Noels H. Atherosclerosis: current pathogenesis and therapeutic options. *Nat Med* 2011; 17 (11): 1410–1422. DOI: 10.1038/nm.2538